



Республика Таджикистан

(19) **TJ** ⁽¹¹⁾ **1570**

(51) **МПК: A23L33/10;**
A23L33/145; A23L33/17; A23J 3/00

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2401999

(22) 25.09.2024

(46) Бюл. 215, 2024

(71) Института химии им. В.И. Никитина
Национальной академии наук Таджикистана (TJ)

(72) Мухидинов З.К. (TJ), Шерова З.У. (TJ), Усманова
С.Р. (TJ), Бобокалонов Дж.Т. (TJ), Ашуров А.И. (TJ)

(73) Института химии им. В.И. Никитина
Национальной академии наук Таджикистана (TJ)

(54) **СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СЕРИЦИНА ИЗ
ОТХОДОВ КОКОНОВ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА**
(56)

1. Seo, S.-J.; Das, G.; Shin, H.-S.; Patra, J.K.
Silk Sericin Protein Materials: Characteristics and
Applications in Food-Sector Industries. *Int. J. Mol. Sci.*
2023, 24, 4951. <https://doi.org/10.3390/ijms24054951>.

2. Matran, I.M.; Matran, C.; Tarcea, M.
Sustainable Prebiotic Dessert with Sericin Produced by
Bombyx mori Worms. *Sustainability* 2023, 15, 110.

3. Barajas-Gamboa, J.A.; Serpa-Guerra, A.M.;
Restrepo-Osorio, A.; Álvarez-López, C. Sericin
applications: A globular silk protein. *Ing. Y Compet.*
2016, 18, 193–206, 07.

4. Ghosh, S.; Rao, R.S.; Nambiar, K.S.;
Haragannavar, V.C.; Augustine, D.; Sowmya, S.V.
Sericin, a dietary additive: Mini review. *J. Med. Radiol.*
Pathol. Surg. 2019, 6, 4–8.

5. Kim H.J., Kim M.K., Lee K.H., Nho S.K., Han
M.S., Um I.C. Effect of degumming methods on
structural characteristics and properties of regenerated
silk, *Int. J. Biol. Macromol.* 104 (2017) 294–302.

6. Deshpande P.B., Kumar G.A., Kumar A.R.,
Shavi G.V., Karthik A., Reddy M.S., Udupa N.
Supercritical fluid technology: concepts and
pharmaceutical applications, PDA, *J. Pharm. Sci.*
Technol. 65 (2011) 333–344.

7. Lamboni, L.; Gauthier, M.; Yang, G.; Wang,
Q. Silk sericin: A versatile material for tissue engineering
and drug delivery. *Biotechnol. Adv.* 2015, 33, 1855–1867

8. Патент РФ 2385649. Способ получения
серицина и фиброина. Дата опубл. 09.07.2008.

9. US 2009/176965A1. Sericin Having
Improved Antioxidant and Tyrosinase Inhibitive Abilities

2

by Irradiation, and Methods of Making and Using the
Same. Publ. date 04.01.2008.

10. CN104592377A. Method for extracting
sericin from silkworm cocoons. Priority date 2104-12-29;
Publ. date 2015-05-06.

11. JP 2006111667. Method for producing
sericin hydrogel and sericin porous product. Publ. date
2006-04-27.

12. Патент TJ 563 Республики Таджикистан.
Флэш-способ производства пектина из растительного
сырья / Мухидинов З. К., Тешаев Х.
Джонмуродов А.С., ЛиуЛ.С. – НПИЦентр РТ, 2011.
Бюл. No3(11).

13. Fatahian, R.; Fatahian, A.; Fatahian, E.;
Fatahian, H. A critical review on application of silk
sericin and its mechanical properties in various industries.
J. Res. Appl. Mech. Eng. 2021, 9, JRAME-21.

(57) Изобретение относится к области
производства серицина из отработанных коконов
тутового шелкопряда для применения его в
различных областях пищевой и медицинской
промышленности.

В данном изобретении технического результата,
экстракции качественного серицина достигается
путем применения флэш-метод гидролиза, который
позволяет изолировать серицин из шёлка с очень
высоким содержанием (> 80%) β-листа во вторичной
структуре белка. Серицин, полученный по
заявленному способу является превосходным
продуктом по сравнению с тем, который получен
известными способами по данному направлению,
позволяет его применять в различных областях
пищевой и медицинской промышленности. Кроме
того, применение флэш-гидролиза в автоклаве
значительно снижает время экстракции белка, что
несомненно влияет на экономический эффект данного
способа.

Изобретение относится к области производства серицина из отработанных коконов тутового шелкопряда для применения его в различных областях пищевой и медицинской промышленности.

Серицин отделяется от фиброина в шелковой промышленности для улучшения гладкости, блеска, легкости и окрашиваемости волокон. Поскольку серицин является основным компонентом сырого шелка, было подсчитано, что из 400 тысяч тонн сухих коконов, произведенных во всем мире, около 50 тысяч тонн серицина обычно выбрасываются в качестве отходов в канализацию, представляя собой опасность для окружающей среды [1].

Известно, что серицин имеет широкий спектр применения, включая антибактериальные, антиоксидантные, противораковые, антигистаминные, противовоспалительные и антивозрастные свойства. Были описаны несколько применений серицина, а также его комбинация с другими биоматериалами, с потенциальным применением в пищевой промышленности. Будучи белком, серицин в пищевых продуктах не вызывает побочных эффектов и аллергии, следовательно, его можно исследовать для применения в качестве функционального продукта питания, пищевой добавки и во многих других областях. Более того, разработанные покрытия/плёнки на основе серицина продемонстрировали высокую эффективность при хранении фруктов и овощей [2].

Применение серицина в пищевой промышленности описано в 56 патентах [2], это относится к способу приготовления напитков из серицина; использование пептида серицина для производства продуктов питания и в качестве ингредиента для изготовления пробиотических конфет с декстрозой и низким содержанием сахара, которые подходят для употребления диабетиками и различные композиции для фармацевтики. Эти изобретения показывают, насколько серицин является важным продуктом для пищевых и медицинских целей.

Управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарствами США (FDA) уже одобрило глобулярный белок серицина и его производные для включения в общепризнанный список безопасных веществ (под уведомлением GRAS GRN 1026), без каких-либо доказательств того, что он вызывает аллергию при пероральном приеме и без цитотоксических эффектов в качестве ингредиента косметики, и такие применения серицина шелка очевидны в развитых странах, таких как США, Япония, Австрия, Китай, Италия и Румыния [3, 4]. В последнее время использование серицина в пищевой промышленности, в основном, сосредоточено на использовании в качестве пищевой добавки из-за его легкой доступности, нетоксичности и функциональных свойств [1, 2].

В процессе дегуммирования серицин обычно отделяется от фиброина и выбрасывается, и только фиброин используется в качестве шелка [04]. Дегуммирование шёлка можно проводить с использованием традиционных методов, таких как:

высокая температура и давление, мыло, щелочь и кислоты [5]. Предлагаются также более экологические методы выделения серицина, такие как: сверхкритическая флюидная экстракция с помощью CO_2 [6]. Из-за отсутствия сильной кислоты и щелочи в процессе дегуммирования сверхкритическая жидкость CO_2 менее разрушительна для белков и обеспечивает лучшее качество поверхности. Однако для этого требуется специализированное оборудование, способное нагревать и сжимать CO_2 выше критической температуры и давления. Серицин, полученные этими методами в растворе, в основном, принимает конформации случайных спиралей и в меньшей степени в нём присутствует структура β -листа [7].

Следовательно, для каждого применения необходим селективный подход для его экстракции, что является предметом данного изобретения.

Известен способ получения серицина и фиброина шёлка из оболочек коконов тутового шелкопряда [8] путем гидролиза, нейтрализации, фильтрации, отличающийся тем, что гидролиз проводят при температуре $103\text{--}105^\circ\text{C}$ в течение 2,5-3,0 часов водным раствором содержащим 2,6-2,8% гидроокиси калия, полученный гидролизат после нейтрализации фильтруют, подвергают микрофильтрации через мембранный фильтр с размером пор 0,10 мкм для получения серицина с сахароснижающим эффектом и молекулярной массой 5.0-6.0 кДа, а осадок на фильтре промывают разбавленной соляной кислотой (HCl) и деминерализованной водой для получения фиброина кардиотропного действия с молекулярной массой 140.0-150.0 кДа.

Данный подход с применением большой концентрации щелочи и длительного времени гидролиза не позволяет получить серицин определённой структуры, а именно содержащего преимущественно β -слоистую структуру, (β -листа), что снижает многие его полезные свойства для практического применения.

Патент США [9] раскрывает идею о том, что молекулярная структура изолированного серицина может быть изменена путем облучения его раствора γ -излучением (радиации), с целью получения высокомолекулярного белка с улучшенной способностью захвата радикалов и ингибирующими способностями к тирозиназе. По данному решению можно получить максимум 50% белка со структурой β -листа. Серицин с изменённой молекулярной структурой может быть использован в производстве различных продуктов для улучшения антиоксидантных и ингибирующих способностей тирозиназы, которые включают пищевые продукты, косметику и/или фармацевтические продукты и препараты.

Однако, применение радиации требует сложную технику и нежелательно на предприятиях пищевой и косметической промышленности, что усложняет внедрению данной технологии.

Согласно Китайскому патенту [10] способ извлечения серицина из коконов

шелкопряда включает следующие этапы: во-первых, очистка и сушка коконов шелкопряда, разрезание коконов на фрагменты, добавление фрагментов в устройство для перегонки, нагревание и перегонка абсолютного этанола, фумигация фрагментов парами этанола, добавление обезжиренных фрагментов в дихлорметан, нагревание и перегонка дихлорметана, очистка фрагментов деионизированной водой и сушка; затем добавление фрагментов коконов шелкопряда в реакционный котел, добавление 30% этанола в воде, равное 80-100 весовым частям фрагментов коконов шелкопряда, нагревание и перемешивание для реакции в течение 150-200 минут под вакуумом, фильтрация полученного продукта и сушка при пониженном давлении на фильтрате для получения серицина.

Согласно предлагаемому изобретению, серицин из коконов шелкопряда может быть эффективно извлечён; операция надежна, при этом эффективность извлечения значительно улучшена, степень извлечения достигает более 82,6% и серицин может быть использован в различных применениях.

Недостатком этого способа является сложная процедура экстракции серицина с использованием органических растворителей, что ограничивает его внедрение в современных предприятиях.

Наиболее близким решением к данному уровню техники является патент Японии [11], который раскрывает способ получения серицина в виде гидрогеля. На первом этапе экстрагируется серицин с молекулярной массой более 50 кДа, путем перемешивания слоя сажи и экстракционного растворителя и проведение экстракции растворителем. В настоящем изобретении, экстракт серицина с высокой молекулярной получают разными растворителями и его выделяют из разбавленного или концентрированного раствора спиртом. Такой серицин в водном растворе проявляет поглощение в области 1641 см^{-1} в ИК-спектрах, что относится к амиду I, и указывает на наличие белка в структуре β -листа и случайных клубков. Обнаружено, что серицин в спирте превращается в гидрогель проявляющий поглощение при 1620 см^{-1} , что преимущественно (> 85%) принадлежит структуре β -листа. Добавление этанола стимулирует образование водородных связей между молекулами серицина, и в результате образуется трехмерная сеть, образующая гидрогель серицина.

Предложенное решение является очень простым, однако серицин, полученный по данному способу, используется для косметических продуктов и не может применяться в растворе, что ограничивает его использование в других областях.

Целью изобретения является разработка эффективного способа получения серицина из коконов тутового шелкопряда с высоким молекулярным весом и содержанием β -листа, обладающий превосходную биологическую активность для различных применений.

Поставленная цель решается путём эффективной экстракции серицина из кокон тутового шелкопряда, после предварительной подготовки

сырья и последующей его экстракции водой, а для интенсификации процесса гидролиз и экстракция серицина проводится за достаточно короткое время с применением действие высокого давления.

Сущность изобретения заключается в том, что примытые образцы от жиров и механических примесей коконы шелкопряда подвергали первой очистке деминерализованной водой при температуре $20-30^{\circ}\text{C}$ и затем горячей водой при температурах $50-70^{\circ}\text{C}$; затем коконы подвергли второй очистке этанолом при температурах $40-45^{\circ}\text{C}$, удалили этанол прессом, остаток промыли и высушили. Экстракцию серицина проводили с использованием флэш-метода в автоклаве [12] следующим образом: 50 гр. очищенных и измельченных отходов коконов помещали в мешочек, который затем размещали в автоклаве и заливали деминерализованной воды в соотношении очищенные коконы: вода 1:15 - 1:20, затем экстрагировали в течение 5 -10 мин при температурах $110-130^{\circ}\text{C}$ и давлении 1.5-2.0 атм. После окончания экстракции полученный раствор концентрировали на роторном испарителе до $\frac{1}{2}$ объёма экстракта. В концентрированный раствор добавляли этиловый спирт в соотношении 1:3 и оставляли для осаждения серицина на 24 часа. Через сутки осадок серицина отфильтровали через плотную ткань и полученную массу промывали спиртом, высушивали при комнатной температуре и измельчали на шаровой мельнице. Серицин, полученные таким способом в растворе имеет правильной структуры в форме β -листа с высоким процентом, более 80%. Спиртовой раствор упаривали досуха и получали спирторастворимую часть белка серицина для других применений.

Для иллюстрации данного преимущества нами проводилась экстракция серицина из шелковых отходов с использованием различных методов для сравнительной оценки вторичной структуры белка. Пример 1 — в солевом растворе; Пример 2 — в деминерализованной воде; Примеры 3 и 4 — в солевом и водном растворе в автоклаве за короткое время; Примеры 5 и 6 — предварительная обработка коконов ультразвуком с последующей экстракцией согласно Примерам 1 и 2.

Пример 1: Экстракцию серицина проводили деминерализованной водой. В стеклянную посуду засыпали 50 гр. разрезанных на мелкие фрагменты, очищенные от жиров и других механических примесей оболочки бракованных коконов и заливали 1000 мл щелочного раствора. Полученный раствор при комнатной температуре кипятили на водяной бане в течение 3 часов. Выделение серицина из раствора экстракта проводилось после концентрирования отфильтрованного экстракта при низком давлении на роторном испарителе до $\frac{1}{2}$ объёма. Далее в концентрированный раствор определенного объёма добавляли этиловый спирт в соотношении 1:3 и оставляли для осаждения серицина на сутки. Конечная концентрация этанола в смеси составила в среднем $60,0 \pm 1,7\%$. Через сутки осадок серицина отделяли

центрифугированием, декантировали спиртом, высушивали при комнатной температуре и измельчали на шаровой мельнице.

Данный пример принят за прототип [11], хотя в прототипе не указан конкретный растворитель серицина, нами использована водная экстракция для сравнения с решением данного изобретения.

Пример 2. Экстракцию серицина из очищенных коконов проводили как в примере 1 с таким отличием, что вместо воды использовали солевой раствор карбоната натрия с концентрацией 0.5%. Разрезанные на мелкие фрагменты 50 гр. оболочек бракованных коконов кипятили в 1000 мл. деминерализованной воды в течение 3 часов на водяной бане при 90°C. Полученный экстракт фильтровали через тканевый мешочек и концентрировали на роторном испарителе. В концентрированный раствор добавляли этиловый спирт в соотношении 1:3 и оставляли для осаждения серицина на 24 часа. Через сутки осадок серицина отфильтровали через плотную ткань и полученную массу промывали спиртом. Затем раствор экстракта серицина, центрифугировали, высушивали при комнатной температуре и измельчали на шаровой мельнице. Спиртовой раствор упаривали досуха и получали спирторастворимую часть белка серицина.

Пример 3. Экстракцию серицина водным раствором проводили с использованием флэш-метода в автоклаве [12] следующим образом: 50 гр. очищенных и измельченных отходов коконов помещали в мешочек, который затем размещали в автоклаве и заливали 1000 мл деминерализованной воды, затем экстрагировали в течение 5, 7 и 10 мин (Примеры 3.1; 3.2; и 3.3) при температуре 120°C и давлении 1.5 атм. После окончания экстракции полученный раствор концентрировали на роторном испарителе до ½ объёма экстракта. В концентрированный раствор добавляли этиловый спирт в соотношении 1:3 и оставляли для осаждения серицина на 24 часа. Через сутки осадок серицина отфильтровали через плотную ткань и полученную массу промывали спиртом, высушивали при комнатной температуре и измельчали на шаровой мельнице. Спиртовой раствор упаривали досуха и получали спирторастворимую часть белка серицина.

Пример 4. Экстракцию серицина аналогично проводили в автоклаве с использованием 0,5% солевого раствора, как по Примеру 3 (Примеры 4.1 и 4.2).

Пример 5. Экстракцию серицина проводили водной экстракцией как в Примере 2, но с предварительной обработкой раствора с коконами ультразвуковым (УЗ) на аппарате CPX130PB (*Cole Parmer, США*) при частоте 40 Гц. 5 гр. измельчённых оболочек коконов, предварительно очищенных от жиров и восковых веществ, помещали в стакан со 100 мл деминерализованной воды или 0,5% раствора Na_2CO_3 и оставляли на 20 минут для замачивания, после чего стакан помещали в ультразвуковой аппарат на 10 минут при частоте 40 Гц. Затем, экстракцию серицина водным и соевым раствором проводили, как описано в Примерах 1 и 2.

Пример 6. Экстракцию серицина проводили соевым раствором, согласно методике, описанной в Примере 1, но с предварительной обработки раствора с коконами ультразвуковым (УЗ) аппарате, как в Примере 5.

Таким образом, после завершения экспериментов были рассчитаны: выход серицина, молекулярная масса (M_w) и молекулярно-массовое распределение (ММР) образцов серицина. Анализ этих параметров проводился с использованием высокоэффективной эксклюзионной жидкостной хроматографии (ВЭЭЖХ), а вторичную структуру белка оценивали по структуре амида I с помощью ИК-Фурье спектроскопии из сухих образцов серицина.

В таблице, для сравнительных анализов параметров и свойств серицина из оболочек коконов при различных условиях экстракции, приведены выход серицина в процентах, его молекулярная масса (M_w , кДа), полоса поглощения в ИК-Фурье спектрах в области амида I, содержание β -листа в %.

Выход серицина в процентах, его молекулярная масса (M_w , кДа), полоса поглощения в ИК-Фурье спектрах в области амида I, содержание β -листа в %, (по калибровочному графику), а также условия их получения В настоящем документе термин « β (бета)-лист» относится к части молекулярной структуры, образованной путем соединения двух или более β -цепей водородными связями. Конформация β -цепи представляет собой удлинённый участок полипептидной цепи, длиной от 3 до 10 аминокислот.

Содержание β -листа в образце серицина было рассчитано учитывая, что поглощение в ИК-спектрах при 1617 см^{-1} в сухом экстракте серицина преимущественно, около 95%, находится в структуре β -листа, а при 1660 см^{-1} он переходит в структуру α -спирали. Используя эти данные и данные литературы [07, 13], мы построили калибровочную кривую для расчета содержания β -листа в образцах серицина по спектрам поглощения амида I, по следующей формуле:

$$\beta\text{-листа (\%)} = -2,1758xv + 3618,2,$$

где v - максимум поглощения амида I.

На Фиг. 1 показан калибровочный график зависимости значения полос поглощения ИК-спектров образцов серицина и содержание β -листа.

Из анализа полученных результатов, данной таблицы, можно увидеть, что обычная водная экстракция (Пример 1 по прототипу), хотя имеет высокое содержание β -листа, не позволяет получить максимальный выход продукта. Выход спирторастворимой части экстракта, т.е чистый серицин при трехчасовой экстракции водой составляет всего 4.72%. Низкомолекулярный белок - серицин при этом частично переходит в спирторастворимую часть вместе с другими низкомолекулярными веществами.

При этом солевая экстракция (Пример 2) обеспечивает больше выход продукта до 12.16%,

однако, по оценке содержания β -листа (40.7%) качество такого продукта низкое.

Действие УЗ-аппарата несколько увеличивает выход водорастворимого продукта до 9.97% при водной экстракции (Пример 5) и до 13.19% , в случае с солевым экстрагентом (Пример 6). При этом и увеличивается выход спирторастворимой фракции до 16.3%, что нежелательно для производства белка-серицина, предназначенного для ряда применений.

Результаты, полученные при экстракции коконов флэш-гидролизом в автоклаве, отличаются от традиционных методов. Анализ полученных данных показывает, что наибольший выход высокомолекулярного серицина (23.2%) достигается при экстракции коконов водой в автоклаве при 120°C, давлении 1.5 атм. в течение 7 мин (Пример 3.2). При этом получен качественный серицин со средним молекулярным весом 46.3 кДа и содержанием β -листа в нем около 83%. В то время, увеличение времени гидролиз- экстракции заметно снижает выход серицина до 16.04% при 10 минутной обработкой коконов (Пример 3.3) и его M_w снизилась до 24.8 кДа, а также содержание β -листа уменьшилось до 70%.

Однако, экстракция серицина из коконов солевым раствором в автоклаве заметно приводила к деструкции белка: выход высокомолекулярного белка снизился до 2.88% в то время выход низкомолекулярных пептидов (белков) вырос до 27.3% при 7 минутной и до 29.61% при 10 минутной обработкой. Молекулярная масса серицина при этом уменьшилась до 14.6 кДа и 8.7 кДа соответственно.

Из данных таблицы следует, что при водной экстракции 70-90% серицина преимущественно находится в структуре β -листа. При применении щелочных солей содержание данной структуры резко падает до 26-40 % в зависимости от процедуры экстракции.

Согласно решению данного изобретения в вышеуказанном процессе предпочтительно, чтобы водная экстракция серицина из коконов шелкопряда выдерживалась при температуре приблизительно 120 °C в течение 5-10 минут, предпочтительно 7 минут. Согласно настоящему изобретению, при экстракции серицина в указанных условиях можно получить продукт, содержащий в растворе от 80 до 88% доли β -листа во вторичной структуре белка.

Таким образом, предложенное изобретение обладает рядом преимуществ перед существующим

уровнем техники. В данном техническом решении мы использовали автоклав, где применяется высокое давление для разрушения волокон фиброина шёлка, что позволяет интенсифицировать экстракцию серицина водой за короткое время 5-10 мин вместо традиционного гидролиза-экстракции в течение более часа. Растворимость шелковых белков в любой системе растворителя, как правило, основана исключительно на способности природы растворителя разрушать межмолекулярные водородные (Н)-связи фиброиновых цепей, что приводит к полной дисперсии отдельных молекул. Поэтому для того, чтобы растворитель имел возможность проникать внутрь волокон, не вызывая неблагоприятных эффектов, таких как деполимеризация или дериватизация, мы применяли небольшое давление 1.5 – 2.0 атм.

Этот метод позволяет изолировать серицин из шёлка с очень высоким содержанием (>80%) β -слоя в его вторичной структуре. Продукт, полученный по данному способу, демонстрирует значительно лучшее качество по сравнению с серицином, извлечённым известными методами, и обладает потенциалом для применения в различных областях пищевой и медицинской промышленности.

Таким образом, причинно-следственная связь между новым признаками и достигнутым положительным эффектом состоит в том, что при использовании автоклава, серицин можно экстрагировать водой и при этом достигается выделение качественного белка для различных применений, имеющие правильной структуры в форме β -листа с высоким процентом, более 80%.

Серицин с изменённой молекулярной структурой может быть использован в производстве новых пищевых продуктов, улучшая антиоксидантные свойства и ингибирующие способности ферментов, а также в косметических и фармацевтических продуктах. Применение флэш-гидролиза в автоклаве также способствует значительному сокращению времени экстракции, что, в свою очередь, повышает экономическую эффективность метода.

Формула изобретения

Способ выделения серицина из отходов коконов тутового шелкопряда путем экстракции коконов растворителем, выделением серицина из раствора этанолом с высоким молекулярным весом с содержанием β -листа, **отличающийся тем, что** перед экстракцией промытые коконы шелкопряда от жиров и механических примесей последовательно подвергают очистке, вначале деминерализованной

водой при температуре 20-30°C, затем горячей водой (50-70°C), вторую очистку этанолом осуществляют при температуре 40-45°C, после которой удаляют этанол прессом, высушенный остаток экстрагируют деминерализованной водой с помощью флэш-метода в автоклаве при соотношении остаток: вода (1:15 - 1:20) в течение 5 -10 мин и температуре 110-130°C, полученный раствор концентрируют под

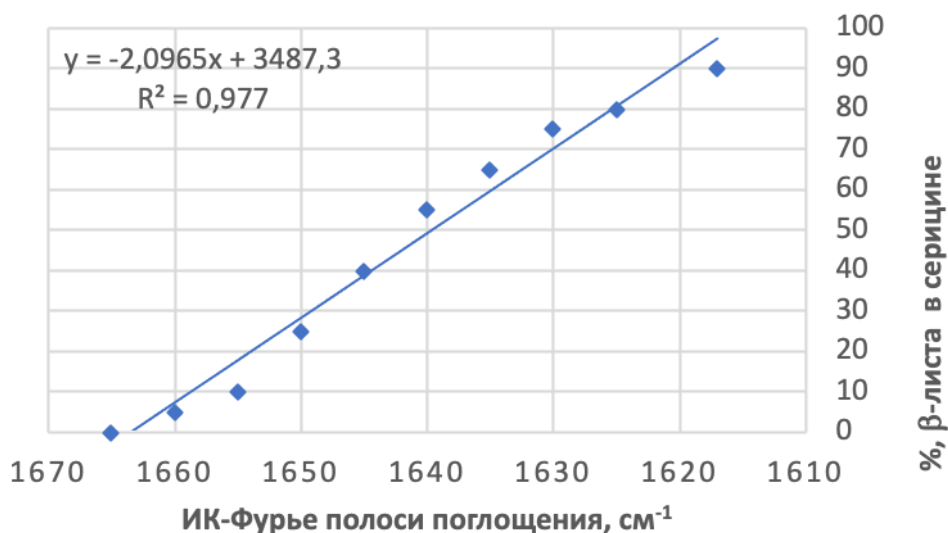
вакуумом до ½ объёма экстракта, выделяют из него серицин осажждением в спирте в соотношении 1:3 в течение 24 часа, осадок серицина фильтруют через плотную ткань, высушивают при комнатной

температуре с получением 80% белка со структурой β-листа.

Таблица

Примеры	Условия экстракции	Выход серицина, %		M _w , кДа	Полоса амида I см ⁻¹ в ИК спектрах	%, β-листа
		Спирто-осаждаемая часть	Спирто-растворимая часть			
1	Водная	5.41	4.72	44.5	1623	84,7
2	Солевая	12.16	6.49	24.6	1644	40,7
3	Водная экстракция на автоклаве					
3.1	Водная на автоклаве, 5 мин	18.34	4.65	56.6	1618	88,9
3.2	Водная на автоклаве, 7 мин	23.20	6.22	46.3	1624	82,6
3.3	Водная на автоклаве, 10 мин	16.04	2.09	24.8	1630	70,0
4	Солевая экстракция на автоклаве					
4.1	Солевая на автоклаве, 7 мин	4.03	27.3	14.6	1640	49,0
4.2	Солевая на автоклаве, 10 мин	2.88	29.61	8.7	1651	26,0
5	Водная, УЗ	9.97	3.85	53.4	1625	80,5
6	Солевая, УЗ	13.90	16.30	43.3	1645	38,6

СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ СЕРИЦИНА ИЗ ОТХОДОВ КОКОНОВ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА



Фиг. 1

Компьютерный набор: Газиев М.Х.